

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003311077 A

(43) Date of publication of application: 05.11.03

(51) Int. Cl.

D06F 33/02

H02P 6/16

H02P 21/00

(21) Application number: 2002123581

(71) Applicant: SANYO ELECTRIC CO LTD

(22) Date of filing: 25.04.02

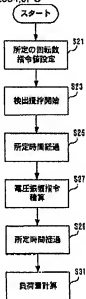
(72) Inventor: TOGASHI HITOO  
YAMAMOTO SHINYA(54) AMOUNT OF LOAD DETECTION METHOD OF  
WASHING MACHINE AND APPARATUS  
THEREFORa parameter, a proportional relationship is established  
between the amount of load and the applied voltage.

COPYRIGHT: (C)2004, JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To precisely detect the amount of load based on a drive voltage which keeps the number of revolutions constant in stead of detecting the amount of load from decelerations in inertial rotation in the prior art.

**SOLUTION:** In the amount of load detection method of a washing machine, the drive voltage is applied to a DC brushless motor for the rotary drive of an agitator (pulsator) installed in a washing drum housing the washing and the amount of load housed in the washing drum is detected from the applied voltage to ensure that the number of revolutions  $\omega$  reaches a predetermined value (for example, target number of revolutions  $\omega^*$ ) regardless of the amount of load of the washing. In other words, the less the amount of load, the less the applied voltage that enables the drive motor to reach the constant number of revolutions and the more the amount of load, the more the applied voltage that allows the drive motor to reach the constant number of revolutions. When the number of revolutions is given as



(19) 日本特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-311077

(P2003-311077A)

(43) 公開日 平成15年11月5日 (2003.11.5)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テマコード <sup>*</sup> (参考) |
|---------------------------|------|---------------|-------------------------|
| D 0 6 F 33/02             |      | D 0 6 F 33/02 | R 3 B 1 5 j             |
| H 0 2 P 6/16              |      | H 0 2 P 5/408 | C 5 H 5 6 0             |
| 21/00                     |      | 6/02          | 3 / 1 N 5 H 5 7 6       |

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-123581 (P2002-123581)

(22) 出願日 平成14年4月25日 (2002.4.25)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 富樫 仁夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 山本 伸也

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(74) 代理人 100090181

弁理士 山田 義人

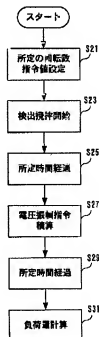
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 洗濯機の負荷量検出方法およびその装置

(57) 【要約】

【構成】 洗濯機の負荷量検出方法は、洗濯物を収容する洗濯槽に設けた攪拌体（パルセータ）を回転駆動させるDCブラシレスモータに駆動電圧を印加し、この駆動モータの回転数 $\omega$ が洗濯物の負荷量に拘らず予め定められた一定の回転数（例えば、目標回転数 $\omega^*$ ）になる印加電圧に基づき、洗濯槽に収容された負荷量を検出するようにしたものである。すなわち、負荷量が少なければ駆動モータが一定の回転数になる印加電圧は小さく、また、負荷量が多ければ駆動モータが一定の回転数になる印加電圧は大きくなるもので、回転数をパラメータとした場合、負荷量と印加電圧との間には比例関係が成立する。

【効果】 従来のように慣性回転での減速から検出するよりも、回転数が一定になる駆動電圧に基づいて負荷量を精度よく検出できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】駆動モータにより回転駆動される攪拌体を有する洗濯機における負荷量検出方法であって、

(a) 負荷量に拘らず前記駆動モータにその回転数が予め定められた一定の回転数になる駆動電圧を印加し、そして(b)前記駆動電圧または駆動電圧指令に基づいて前記負荷量を検出する、洗濯機の負荷量検出方法。

【請求項2】前記ステップ(b)では、前記駆動電圧または前記駆動電圧指令の位相に基づいて前記負荷量を検出する、請求項1記載の洗濯機の負荷量検出方法。

【請求項3】前記ステップ(b)では、前記駆動電圧または前記駆動電圧指令の振幅に基づいて前記負荷量を検出する、請求項1記載の洗濯機の負荷量検出方法。

【請求項4】前記ステップ(b)では、前記駆動電圧または前記駆動電圧指令のベクトル成分に基づいて前記負荷量を検出する、請求項1記載の洗濯機の負荷量検出方法。

【請求項5】前記ベクトル成分は前記駆動電圧または前記駆動電圧指令のd軸成分を含む、請求項4記載の洗濯機の負荷量検出方法。

【請求項6】攪拌体を回転駆動する駆動モータ、前記駆動モータに駆動電圧を印加して前記攪拌体を回転駆動させる電圧供給手段、

前記電圧供給手段からの電圧供給により駆動される前記駆動モータの回転数を検出する回転数検出手段、

前記回転数検出手段により前記駆動モータの回転数が予め定められた一定の回転数に達した際の駆動電圧指令に基づいて負荷量を検出する負荷量検出手段を備える、洗濯機の負荷量検出装置。

【請求項7】前記負荷量検出手段は前記駆動電圧指令の位相を検出する位相検出手段を含む、請求項6記載の洗濯機の負荷量検出装置。

【請求項8】前記負荷量検出手段は前記駆動電圧指令の振幅を検出する振幅検出手段を含む、請求項6記載の洗濯機の負荷量検出装置。

【請求項9】前記負荷量検出手段は前記駆動電圧指令のベクトル成分を検出するベクトル成分検出手段を含む、請求項6記載の洗濯機の負荷量検出装置。

【請求項10】前記ベクトル成分検出手段は、前記駆動電圧指令のd軸成分を検出するd軸成分検出手段を含む、請求項9記載の洗濯機の負荷量検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、洗濯機の負荷量検出方法およびその装置に関し、特にたとえば洗濯槽や洗濯ドラムに収容された洗濯物の負荷量を検出する、洗濯機の負荷量検出方法およびその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、全自動洗濯機においては、洗濯槽に収容された洗濯物の布量(以下、負荷重量を単に

「負荷量」と言う)を検出する機能を設け、その負荷量の検出結果に基づいて、洗い及びすすぎ行程の水位等を設定し、また、その水位を操作パネルに表示して使用者が洗濯補助剤、たとえば、ソフト仕上げ剤や漂白剤を投入する際の使用量の目安としている。

【0003】そして、この負荷量を検出する機能は、たとえば全自動洗濯機では、負荷量に応じて駆動モータにより回転駆動される攪拌体の回転負荷量に変化することを利用し、例えば、洗い行程開始前(給水前)の洗濯槽に洗濯物が収容された状態で、攪拌体の駆動源となる駆動モータに間欠通電して攪拌体を短時間だけ回転させ、このときの所定時間における駆動モータの回転数を回転センサにより検出し、その検出値(回転センサから出力されたパルス数の積算値)を判定基準のデータ(閾値)と比較することで実現している(例えば、特開平10-323492号公報【D06F 39/00】参照)。

【0004】また、予め設定された攪拌体を回転駆動する駆動モータの第1の回転数N1から第2の回転数N2に到達するまでの加速時間、あるいは給電停止後の慣性による回転で第2の回転数N2から第1の回転数N1に減速するまでの減速時間に基づいて負荷量を検出する方法もある(特開2000-233095号公報【D06F 33/02】参照)。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の様に回転センサで検出されるパルス数に基づいて洗濯槽に収容された洗濯物の負荷量の大小を基準値との比較で判定する場合、回転センサのパルス数は少ないため低分解能となり、また、ばらつきもあり、その結果、負荷量の検出精度が悪くなるという問題がある。

【0006】それゆえに、この発明の主たる目的は、負荷量を精度よく検出できる、洗濯機の負荷量検出方法およびその装置を提供する。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、駆動モータにより回転駆動される攪拌体を有する洗濯機における負荷量検出方法であって、(a)負荷量に拘らず、駆動モータにその回転数が予め定められた一定の回転数になる駆動電圧を印加し、そして(b)この駆動電圧または駆動電圧指令に基づいて負荷量を検出する、洗濯機の負荷量検出方法である。

【0008】また、第2の発明は、攪拌体を回転駆動する駆動モータ、この駆動モータに駆動電圧を印加して攪拌体を回転駆動させる電圧供給手段、この電圧供給手段からの電圧供給により駆動される駆動モータの回転数を検出する回転数検出手段、この回転数検出手段により駆動モータの回転数が予め定められた一定の回転数に達した際の駆動電圧指令に基づいて負荷量を検出する負荷量検出手段を備える、洗濯機の負荷量検出装置である。

## 【0009】

【作用】例えば、負荷量が小さい場合は、駆動モータが回転数一定になる駆動電圧は小さく、逆に、負荷量が多い場合は、駆動モータが回転数一定になる駆動電圧は大きくなるので、回転数一定になる駆動電圧に基づいて負荷量が検出できる。

【0010】

【発明の効果】この発明によれば、従来のように慣性回転での減速から検出するよりも、駆動モータの回転数が一定になる駆動電圧に基づいて負荷量を精度よく検出する。

【0011】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して以下に行う実施例の詳細な説明により一層明らかとなろう。

【0012】

【実施例】この発明による洗濯機の負荷量検出方法及その装置について、実施態様1から実施態様3に基づき、以下順次説明する。

【0013】なお、各実施態様は、いずれも全自動洗濯機について説明するが、この発明は全自動洗濯機に限定されるものでなく、例えば、機枠体（外筐）に弾性的に支持される外槽内に駆動モータにより回転駆動される洗濯ドラムを回転可能に配置して構成されるドラム式洗濯機にも適用できるものである。この洗濯ドラムも含めてここでは攪拌体という。

【0014】実施態様1：この実施態様における洗濯機の負荷量検出装置10は、洗濯物の負荷量が多いほど洗濯槽に設けられた攪拌体（いずれも図示せず）を駆動する駆動モータ12に印加される駆動電圧が大きくなるので、この駆動モータ12に印加する駆動電圧を用いて洗濯物負荷量の検出が可能となる。図13に駆動モータに印加される駆動電圧Vaとトルク（負荷量）の関係が示されている。

【0015】この場合、駆動モータ12が所定回転数Nに達する駆動電圧指令Va、または、図14に示されるように負荷の大小による所定運転パターンにおける期間Tの印加電圧指令を積算し、その平均電圧値を利用して実現することもある。

【0016】先ず、洗濯機の攪拌体（パレセータ）を回転駆動させる駆動モータ12として一般的に使用される永久磁石モータ、すなわち3相のDCブラシレスモータおよびその制御装置について説明する。

【0017】このDCブラシレスモータ12は、図1に示す如く、円筒状の固定子14の中央部に形成された空間に、円柱状の永久磁石回転子16を回転可能に収納して構成されている。固定子14の内周面には、複数個のスロット18、18、・・・が凹設され、これらの各スロット18には、U相の巻線20、V相の巻線22およびW相の巻線24がそれぞれ収納されている。

【0018】また、DCブラシレスモータ12は、例えば、図2に全体構成を示す駆動制御装置26によって制

御される。すなわち、商用電源28からの交流電力は、整流回路30によって一旦直流電力に変換された後、インバータ32によって交流電力に変換され、この交流電力がDCブラシレスモータ12の各巻線20、22、24に供給されて永久磁石回転子16が回転することによってモータ12の回転駆動が行われる。このインバータ32は、図示されないが、例えば6個のスイッチング素子を3相ブリッジ接続して構成すると共に、各スイッチング素子にはダイオードがそれぞれ並列に逆接続されている。

【0019】また、ブラシレスモータ12には、その回転軸を中心とする円周上に、ホールICからなる位置センサ34、34、34が120度の位相差で3箇所に配置されており、これらの各位置センサ34から得られる3つの位置信号（Hu、Hv、Hw）がマイクロコンピュータ（マイコン）を含むインバータ制御回路36に供給され、このインバータ制御回路36から出力されるSW信号（スイッチ信号）によってインバータ32が制御される。マイコンは、CPU、RAM及びROMから成るメモリ、タイマー等を含むもので、メモリには洗濯および脱水運転を行うための制御プログラムや後述の基準データテーブル等が格納されている。

【0020】そして、ブラシレスモータ12の駆動方式としては、U相の巻線20、V相の巻線22およびW相の巻線24の内、2相の巻線に順次通電を行う所謂120度通電方式と、正弦波状の電圧指令信号を用いたPWM制御による3相の各巻線20、22、24に同時に通電を行う所謂正弦波駆動方式があり、通常は後者の正弦波駆動方式が一般に採用される。

【0021】ここでは、正弦波駆動方式によりブラシレスモータ12が駆動される実施例について説明する。

【0022】図3は、図2におけるインバータ制御回路36の具体的な構成の一例を示すPWM制御回路38である。

【0023】図3において、図2の位置センサ34、34、34から得られる3つの位置信号（Hu、Hv、Hw）は、マイコンに含まれる位置演算回路40と回転数検出回路42にそれぞれ供給される。回転数検出回路42では、3つの位置信号（Hu、Hv、Hw）に基づいてブラシレスモータ12の回転数 $\omega$ が検出され、その出力が電圧指令制御回路44を構成する後述の位相進め角導出回路44aおよび位置演算回路40にそれぞれ供給される。

【0024】位置演算回路40では、3つの位置信号（Hu、Hv、Hw）と回転数 $\omega$ とに基づいてモータ12の回転角度 $\theta$ が算出され、この回転角度 $\theta$ は、電圧指令制御回路44を構成する電圧指令信号生成回路44bに供給される。

【0025】また、回転数検出回路42から得られる回転数 $\omega$ は、回転数制御回路46に供給され、この回転数

制御回路46にて、モータ回転数の目標値 $\omega^*$ との偏差に基づいて電圧振幅指令 $V_a$ が作成される。回転数制御回路42は伝達関数 $C(s)$ を有しており、電圧振幅指令 $V_a$ は、この伝達関数 $C(s)$ を用いて、下記の数1から算出される。

【0026】

$$\text{【数1】 } V_a = C(s) \cdot (\omega^* - \omega)$$

ここで、伝達関数 $C(s)$ は、例えば、下記の数2によって表され、電圧振幅指令 $V_a$ はPI制御(比例積分制御)される。

【0027】

$$\text{【数2】 } C(s) = K_p + K_i / s$$

但し、 $K_p$ 、 $K_i$ : 定数

そして、上述の数1に基づいて作成された電圧振幅指令 $V_a$ は、位相進め角導出回路44aに供給される。

【0028】この位相進め角導出回路44aでは、回転数 $\omega$ に基づいて後述の位相進め角 $\psi$ が算出される。ここで、負荷量が一定であるとき、ブラシレスモータ12の回転数 $\omega$ と後述の電圧指令信号 $V_u^*$ に与えられるべき位相進め角 $\psi$ との間には、図7に示す如く一定の関係が成立し、位相進め角導出回路44aの内蔵メモリには、負荷量が任意の一定値(基準値)であるときの関係を表すテーブル、例えば図8に示す様な基準位相進め角テーブルが格納されている。位相進め角導出回路44aでは、この基準位相進め角テーブルに基づいて、回転数検出回路42から得られる回転数 $\omega$ から基準の負荷量における位相進め角 $\psi$ が導出される。その後、下記の数3を用いて、位相進め角 $\psi$ に補正が施される。

【0029】

$$\text{【数3】 } \psi = k \cdot \psi_0$$

$k$ : 補正係数

負荷量が増大すると、モータの回転数 $\omega$ が減少して、回転数制御回路46にてより大きな電圧振幅指令 $V_a$ が導出される。また、負荷量が増大するにつれて、電圧指令信号 $V_u^*$ の位相をより進ませる必要がある。

【0030】従って、電圧振幅指令 $V_a$ と電圧指令信号 $V_u^*$ に与えられるべき位相進め角 $\psi$ との間には、下記の数4で示されるように電圧振幅指令 $V_a$ が増大するにつれて位相進め角 $\psi$ が増大する関係が成立する。

【0031】

$$\text{【数4】 } V_u^* = V_a \cdot \cos(\theta + \psi)$$

上述の様に、電圧振幅指令 $V_a$ と位相進め角 $\psi$ との間に一定の関係が成立するため、電圧振幅指令 $V_a$ と上述の補正係数 $k$ の間には、一定の関係が成立することになる。

【0032】図5は、電圧振幅指令 $V_a$ と上述の補正係数 $k$ の関係を表わしており、電圧振幅指令 $V_a$ と上述の補正係数 $k$ の間には、図示の如く、基準の負荷量における補正係数 $k$ を1として、電圧振幅指令 $V_a$ が増大するにつれて補正係数 $k$ が増大する一方、電圧振幅指令 $V_a$

が減少するにつれて補正係数 $k$ が減少する関係が成立する。

【0033】この関係は、実験的あるいは理論的に求められ、位相進め角導出回路44aの内蔵メモリには、かかる関係を表わすテーブル、例えば図6に示す如き補正係数テーブルが格納されている。この補正係数テーブルに基づいて、回転数制御回路46から得られる電圧振幅指令 $V_a$ から負荷量に応じた補正係数 $k$ が決定される。

【0034】負荷量が基準値と同一値であるときには、補正係数 $k$ として1の値が決定され、基準の負荷量における位相進め角 $\psi_0$ に1の補正係数 $k$ が乗算される。

【0035】また、負荷量が基準値よりも増大すると、電圧振幅指令 $V_a$ が増大して、1よりも大きな補正係数 $k$ が決定され、基準の負荷量における位相進め角 $\psi_0$ に1よりも大きな補正係数 $k$ が乗算される。

【0036】これに対して、負荷量が基準値よりも減少すると、電圧振幅指令 $V_a$ が減少して、1よりも小さな補正係数 $k$ が決定され、基準の負荷量における位相進め角 $\psi_0$ に1よりも小さな補正係数 $k$ が乗算される。

【0037】従って、上述の数3より明らかな様に、負荷量が基準値と同一値であるときには、基準の負荷量における位相進め角 $\psi_0$ と同一値の位相進め角 $\psi$ が導出される。

【0038】また、負荷量が基準値よりも増大すると、基準の負荷量における位相進め角 $\psi_0$ よりも大きな位相進め角 $\psi$ が導出される一方、負荷量が基準値よりも減少すると、基準の負荷量における位相進め角 $\psi_0$ よりも小さな位相進め角 $\psi$ が導出されることになる。

【0039】この様に、電圧振幅指令 $V_a$ に基づいて、基準の負荷量における位相進め角 $\psi_0$ が負荷量に応じた位相進め角 $\psi$ に補正される。

【0040】位相進め角導出回路44aから得られる位相進め角 $\psi$ は、電圧指令信号生成回路44bに供給される。また、回転数制御回路46から得られる電圧振幅指令 $V_a$ は、位相進め角導出回路44aと電圧指令信号生成回路44bに供給される。

【0041】電圧指令信号生成回路44bにおいては、回転数制御回路46から得られる電圧振幅指令 $V_a$ 、位相進め角導出回路44aから得られる位相進め角 $\psi$ 、および位置演算回路40から得られる回転角度 $\theta$ に基づいて、上述の数4から、ブラシレスモータ12の相についての電圧指令信号 $V_u^*$ が算出される。

【0042】上述のU相の電圧指令信号 $V_u^*$ に対して120度、240度の位相差を与えることにより下記の数5および数6で示されるようにV相の電圧指令信号 $V_v^*$ およびW相の電圧指令信号 $V_w^*$ がそれぞれ作成され、これら3相の電圧指令信号( $V_u^*$ 、 $V_v^*$ 、 $V_w^*$ )は、PWM信号生成回路48に供給されて、U相、V相、W相についてのPWM信号が作成される。

【0043】

【数5】 $V_v = V_a \cdot \cos(\theta + \phi + 120)$   
【0044】

【数6】 $V_w = V_a \cdot \cos(\theta + \phi + 240)$

このようにして作成されたリ相、V相、W相のPWM信号は、図2に示すインバータ32に供給されて、インバータ32がPWM制御される。この結果、ブラシレスモータ12が回転駆動されることになる。

【0045】図4の(a)(b)(c)は、ブラシレスモータ12の永久磁石回転子16から発生する磁束の方向をd軸、この磁束方向と直交する方向をq軸として、モータの回転数 $\omega$ が同一であるときの印加電圧Vおよび電流Iの位相を表わすもので、(a)は、負荷量が基準値より同一値であるときの印加電圧Vおよび電流Iの位相、(b)は、負荷量が基準値よりも増大したときの印加電圧Vおよび電流Iの位相、(c)は、負荷量が基準値よりも減少したときの印加電圧Vおよび電流Iの位相、をそれぞれ表している。

【0046】DCブラシレスモータ12に電圧Vが印加されると、巻線に電流Iが流れ、鎖交磁束 $\phi$ による誘起電圧( $\omega \cdot \phi$ )、巻線の抵抗Rによる電圧( $R \cdot I$ )および巻線のインダクタンスLによる電圧( $\omega \cdot L \cdot I$ )が巻線に生じる。

【0047】そして、負荷量が基準値より同一値であるときは、上述の如く基準の負荷量における位相進み角 $\phi_0$ と同一の位相進み角 $\phi$ が与えられて、図4(a)に示す如く、巻線に流れる電流Iの位相が鎖交磁束 $\phi$ による誘起電圧( $\omega \cdot \phi$ )の位相と一致して、トルクの発生に寄与しないd軸方向の電流成分は発生しない。

【0048】また、負荷量が基準値よりも増大すると、上述の如く基準の負荷量における位相進み角 $\phi_0$ よりも大きな位相進み角 $\phi$ が与えられて、図4(b)に示す如く、巻線に流れる電流Iの位相が鎖交磁束 $\phi$ による誘起電圧( $\omega \cdot \phi$ )の位相と一致して、トルクの発生に寄与しないd軸方向の電流成分は発生しない。

【0049】さらに、負荷量が基準値よりも減少すると、上述の如く基準の負荷量における位相進み角 $\phi_0$ よりも小さな位相進み角 $\phi$ が与えられて、図4(c)に示す如く、巻線に流れる電流Iの位相が鎖交磁束 $\phi$ による誘起電圧( $\omega \cdot \phi$ )の位相と一致して、トルクの発生に寄与しないd軸方向の電流成分は発生しない。

【0050】そこで、負荷量が一定であるとき、モータの回転速度と電圧指令信号を与えるべき電圧位相進み角との間には、一定の関係が成立し、かかる関係は、例えばテーブルや関数式によって表わすことができる。そしてテーブルや関数式に基づいて、基準の負荷量における電圧位相進み角が導出される。その後、電圧振幅指令値あるいはこの電圧振幅指令値に応じた値に基づいて、この電圧位相進み角に補正が施される。

【0051】ここで、電圧振幅指令値は、負荷量が増大するにつれて増大する一方、負荷量が減少するにつれて

減少する。

【0052】つまり、負荷量が増大すると、ブラシレスモータの回転速度が低下して、巻線に流れる電流の大きさを増大させるためにより大きな電圧振幅指令値が導出される。一方、負荷量が減少すると、ブラシレスモータの回転速度が上昇して、巻線に流れる電流の大きさを減少させるためにより小さな電圧振幅指令値が導出される。

【0053】なお、商用電源28の電源電圧によってブラシレスモータ12の回転数が変動する場合もあり、電源電圧が高いほどモータ、ひいては攪拌体(バルセータ)の回転数が高くなるという相関関係がある。そこで、電源電圧を検出する電圧検知装置を設けると共に、負荷量検出用データを、間欠的な複数の電源電圧毎に記憶し、電圧検知装置の検知電圧に応じた負荷量検出用データを補間法により構成することも可能である。これによれば、電源電圧に応じたより正確な負荷量を検出することができるようになり、また、負荷量検出用データとしては間欠的な電源電圧毎に記憶していればよいので、データの数が多くなることもない。

【0054】実施態様2: この実施態様では、図15に示すように洗濯槽に設けられた攪拌体を回転駆動するDCブラシレスモータを正弦波駆動で最適位相になるように制御したときのd軸電圧V<sub>d</sub>または電圧位相から洗濯物の負荷量(トルク)を算出する。

【0055】この実施態様においては、先に説明した図3に示すインバータPWM制御回路38における位相進み角導出回路44aは、まず、U相についての電圧指令信号V<sub>u\*</sub>のd軸方向成分の大きさV<sub>d\*</sub>に基づいて、基準となる負荷量における位相進み角に補正を施すものである。

【0056】なお、以下の説明では実施態様1のPWM制御回路38と機能的に同じものは同一番号を付けて説明する。

【0057】図9は、この実施形態のPWM制御回路38の構成を示すブロック図である。

【0058】この図において、3個の位置センサ34から得られる3つの位置信号(H<sub>u</sub>、H<sub>v</sub>、H<sub>w</sub>)は、マイコンに含まれる位置演算回路40と回転数検出回路42にそれぞれ供給される。回転数検出回路42では、3つの位置信号(H<sub>u</sub>、H<sub>v</sub>、H<sub>w</sub>)に基づいてブラシレスモータ12の回転数 $\omega$ が検出され、その結果が位置演算回路40と電圧指令制御回路44を構成する位相進み角導出回路44aに供給される。

【0059】位置演算回路40では、3つの位置信号(H<sub>u</sub>、H<sub>v</sub>、H<sub>w</sub>)と回転数 $\omega$ に基づいてモータの回転角度 $\theta$ が算出され、この回転角度 $\theta$ は、電圧指令制御回路44を構成する電圧指令信号生成回路44bに供給される。

【0060】また、回転数検出回路42から得られる回

転数 $\omega$ は、回転数制御回路46に供給され、この回転数制御回路46により、モータ回転数 $\omega$ の目標値 $\omega^*$ との偏差に基づいて上述の数1および数2から電圧振幅指令 $V_a$ が作成される。

【0061】この電圧振幅指令 $V_a$ は電圧指令信号生成回路44bに供給され、この信号生成回路44bにおいては、電圧振幅指令 $V_a$ と、位置演算回路40から得られる回転角度 $\theta$ と、位相進み角導出回路44aから得られる後述の位相進み角 $\psi$ とに基づいて、上述の数4からブラシレスモータ12のU相についての電圧指令信号 $V_u^*$ が算出される。

【0062】そして、この電圧指令信号 $V_u^*$ に基づいてV相およびW相の各電圧指令信号 $V_v^*$ および $V_w^*$ が上述の数5及び数6に基づいてそれぞれ作成され、これら3相の電圧指令信号 $V_u^*$ 、 $V_v^*$ 、 $V_w^*$ は、PWM信号生成回路48に供給されて、U相、V相、W相についてのPWM信号が作成される。

【0063】一方、回転数制御回路46から得られる電圧振幅指令 $V_a$ は、電圧指令制御回路44を構成する電圧成分演算回路44cに供給され、この電圧成分演算回路44cにおいては電圧振幅指令 $V_a$ と、位相進み角導出回路44aにおいて前回の演算周期にて導出された位相進み角 $\psi$ とに基づいて、下記の数7からU相についての電圧指令信号 $V_u^*$ のd軸方向成分の大きさ $V_d^*$ が算出される。

【0064】

$$【数7】 V_d^* = V_a \cdot \sin \psi$$

この様にして算出されたd軸方向成分の大きさ $V_d^*$ は、位相進み角導出回路44aに供給される。この位相進み角導出回路44aでは、先の実施態様1で説明したように、まず、図8に示す基準位相進み角テーブルに基づいて、回転数検出回路42から得られる回転数 $\omega$ から基準の負荷量における位相進み角 $\psi_0$ が算出され、その後、上述の数3を用いて位相進み角 $\psi_0$ に補正が施される。

【0065】そして負荷量が増大すると、巻線に流れる電流Iの成分内、トルクの発生に寄与するq軸方向成分の大きさ $I_q$ を増大させるために、電圧指令信号 $V^*$ のd軸方向成分の大きさ $V_d^*$ は増大する。また、上述の如く、負荷量が増大するにつれて、電圧指令信号 $V^*$ の位相を進める必要がある。

【0066】従って、電圧指令信号 $V^*$ のd軸方向成分の大きさ $V_d^*$ と電圧指令信号 $V^*$ に与えるべき位相進み角 $\psi$ が増大する関係が成立する。このように、電圧指令信号 $V^*$ のd軸方向成分の大きさ $V_d^*$ と位相進み角 $\psi$ との間には一定の関係が成立するため、電圧指令信号 $V^*$ のd軸方向成分 $V_d^*$ と、上述の数3の補正係数 $k$ の間には、一定の関係が成立することになる。

【0067】そこで、位相進み角導出回路44aの内蔵メモリには、かかる関係を表わすテーブル、すなわち、

図6に示すテーブルと同様の補正係数テーブルが格納されており、この補正係数テーブルに基づいて、電圧指令信号 $V^*$ のd軸方向成分の大きさ $V_d^*$ から負荷量に応じた補正係数 $k$ が決定される。

【0068】このようにして決定された補正係数 $k$ と、基準の負荷量における位相進み角 $\psi_0$ とを用いて、上述の数3から、負荷量に応じた位相進み角 $\psi$ が算出される。この位相進み角 $\psi$ は、電圧指令信号生成回路44bに供給され、この電圧指令信号生成回路44bでは電圧振幅指令 $V_a$ と回転角度 $\theta$ と位相進み角 $\psi$ とに基づいて電圧指令信号 $V_u^*$ が算出される。

【0069】そして、この実施態様2においては、負荷量に応じた位相進み角 $\psi$ を導出する際には、実施態様1と同一の基準位相進み角テーブルと、電圧指令信号 $V^*$ のd軸方向成分の大きさ $V_d^*$ と補正係数 $k$ の関係を表わす補正係数テーブルが用いられる。

【0070】この様に、単純な基準位相進み角テーブル(図8)及び補正係数テーブル(図6)から、基準の負荷量における位相進み角 $\psi_0$ と補正係数 $k$ が導出され、これらの位相進み角 $\psi_0$ と補正係数 $k$ とに基づいて、上述の数4から負荷量に応じた位相進み角 $\psi$ が導出される。

【0071】また、この実施態様2における他の位相進み角導出回路は、U相についての電圧指令信号 $V_u^*$ のq軸方向成分の大きさ $V_q$ とこの目標値 $V_q^*$ との偏差に基づいて、負荷量に応じた位相進み角 $\psi$ を導出するものである。

【0072】図10は、図9に示すPWM制御回路38の他の具体的構成を表わしている。なお、図3に示すPWM制御回路38と同一回路構成部については同一番号を付して説明する。

【0073】図2の3個の位置センサ34から得られる3つの位置信号(H<sub>u</sub>、H<sub>v</sub>、H<sub>w</sub>)は、位置演算回路40と回転数検出回路42とそれぞれ供給される。回転数検出回路42では、3つの位置信号(H<sub>u</sub>、H<sub>v</sub>、H<sub>w</sub>)に基づいてモータの回転数 $\omega$ が検出され、その結果が位置演算回路40に供給される。

【0074】この位置演算回路40では、3つの位置信号(H<sub>u</sub>、H<sub>v</sub>、H<sub>w</sub>)と回転数 $\omega$ とに基づいてモータの回転角度 $\theta$ が算出され、この回転角度 $\theta$ は、電圧指令制御回路44を構成する電圧指令信号生成回路44bに供給される。

【0075】また、回転数検出回路42から得られる回転数 $\omega$ は、回転数制御回路46に供給され、この回転数制御回路46にて、モータ回転数 $\omega$ の目標値 $\omega^*$ との偏差に基づいて、上述の数1および数2から電圧振幅指令 $V_a$ が作成される。

【0076】電圧振幅指令 $V_a$ は電圧指令信号生成回路44bに供給され、この信号生成回路44bにおいては、回転数制御回路46から得られる電圧振幅指令 $V_a$

と、位置演算回路40から得られる回転角度 $\theta$ と、位相進め角導出回路44aから得られる位相進め角 $\psi$ とに基づいて、上述の数4から、ブラシレスモータ12のU相についての電圧指令信号 $V_u^*$ が算出される。

【0077】そして、この電圧指令信号 $V_u^*$ に基づいて上述の数5および数6で示すように電圧指令信号 $V_v^*$ および $V_w^*$ がそれぞれ作成され、これら3相の電圧指令信号( $V_u^*$ 、 $V_v^*$ 、 $V_w^*$ )は、PWM信号生成回路48に供給され、U相、V相、W相についてのPWM信号が作成される。

【0078】更に、回転数制御回路46から得られる電圧振幅指令 $V_a$ は、電圧成分演算回路44cに供給される。この電圧成分演算回路44cにおいては、電圧振幅指令 $V_a$ と、位相進め角導出回路44aにおいて前回の演算周期にて導出された位相進め角 $\psi$ とに基づいて、下記の数8から、U相についての電圧指令信号 $V_u^*$ のq軸方向成分の大きさ $V_q^*$ が算出される。

【0079】

$$\text{【数8】 } V_q^* = V_a \cdot \cos \psi$$

この様にして算出されたq軸方向成分の大きさ $V_q^*$ は、電圧指令制御回路44を構成する減算回路44dに供給され、この減算回路44dにて、電圧指令信号 $V_u^*$ のq軸方向成分の目標値 $V_{q^*}$ との偏差が算出される。

【0080】算出した偏差は、位相進め角導出回路44aに供給され、位相進め角導出回路44aでは、この偏差に基づいて位相進め角 $\psi$ が導出される。そして、位相進め角導出回路44aは、伝達関数 $C_{ph}(s)$ を有しており、位相進め角 $\psi$ は、この伝達関数 $C_{ph}(s)$ を用いて、下記の数9から算出される。

【0081】

$$\text{【数9】 } \psi = C_{ph}(s) \cdot (V_{q^*} - V_q)$$

ここで、伝達関数 $C_{ph}(s)$ は、たとえば下記の数10によって表われ、位相進め角 $\psi$ はPI制御(比例積分制御)される。

【0082】

$$\text{【数10】 } C_{ph}(s) = K_p + K_i / s$$

但し、 $K_p$ 、 $K_i$ : 定数

また、モータに印加される電圧 $V$ のq軸方向成分の大きさ $V_q$ は、巻線に流れる電流 $I$ のq軸方向成分の大きさを $I_q$ 、d軸方向成分の大きさを $I_d$ 、巻線のインダクタンスを $L$ 、巻線の抵抗を $R$ 、巻線の鎖交磁束数を $\phi$ とすると、下記の数11によって表われる。

【0083】

$$\text{【数11】 } V_q = \omega \cdot L \cdot I_d + R \cdot I_q + \omega \cdot \phi$$

巻線に流れる電流 $I$ のq軸方向成分がトルクの発生に寄与する電流成分であり、d軸方向成分はトルクの発生に寄与しない電流成分である。

【0084】そこで、巻線に流れる電流 $I$ のd軸方向成分の大きさ $I_d$ がゼロであるときの印加電圧 $V$ のq軸方向成分の大きさ $(R \cdot I_q + \omega \cdot \phi)$ が、電圧指令信号

$V_u^*$ のq軸方向成分の目標値 $V_{q^*}$ として設定される。

【0085】ここで、電流 $I$ のq軸方向成分の大きさ $I_q$ は、負荷量の変動に応じて変動するが、その変動は僅かにすぎず、また、抵抗 $R$ に発生する電圧 $(R \cdot I_q)$ は、鎖交磁束数 $\phi$ による誘起電圧の大きさ $(\omega \cdot \phi)$ に比べて十分に小さい値である。

【0086】従って、電流 $I$ のq軸方向成分の大きさについて負荷量が任意の基準値であるときの値を実験的あるいは理論的に求めておき、この値を電流 $I$ のq軸方向成分の大きさ $I_q$ として用いることも可能である。

【0087】また、モータに印加される電圧 $V$ のd軸方向成分の大きさ $V_d$ は、下記の数12によって表われ、電流 $I$ のq軸方向成分の大きさ $I_q$ としては、d軸方向成分の大きさ $I_d$ をゼロとして数12から算出した値を用いることもできる。

【0088】

$$\text{【数12】 } V_d = \omega \cdot L \cdot I_q + R \cdot I_d \approx \omega \cdot L \cdot I_q \propto \text{トルク} \propto \text{負荷量}$$

この様に、モータに印加される電圧 $V$ のd軸方向成分の大きさ $V_d$ を検出することで負荷量を判定することが可能となる。

実施態様3: この実施態様では、図15に示すように洗濯槽に設けられた攪拌体(パルセータ)を回転駆動するDCブラシレスモータ12を正弦波駆動で最適位相になるように制御したときのd軸電圧 $V_d$ または電圧位相 $\psi$ から洗濯物の負荷量(トルク)を算出する。この場合は、先に説明した実施態様2とは位相制御方式が異なるものである。

【0089】この実施態様3においては、電圧位相進め角導出の際、ブラシレスモータの回転速度の変動状態を表わす状態量が加味されて、位相進め角 $\psi$ は下記の数13から算出される。

【0090】

$$\text{【数13】 } \psi = \psi_0 + K(V_a - V_{a0})$$

但し、 $K$ : 正の定数

$\psi_0$ は基準の負荷量における位相進め角で、 $V_{a0}$ は基準の負荷量における電圧振幅指令である。そして、負荷量が増大すると電圧振幅指令 $V_a$ が増大するため、基準の負荷量における電圧振幅指令 $V_{a0}$ との差分から大きな位相進め角 $\psi$ が導出され、負荷量が増大するにつれて位相進め角が増大する関係が成立する。

【0091】また、基準の負荷量における位相進め角 $\psi_0$ と基準の負荷量における電圧振幅指令 $V_{a0}$ がそれぞれ回転数 $\omega$ にほぼ比例する( $\psi_0 \propto K_1 \cdot \omega$ 、 $V_{a0} \propto K_2 \cdot \omega$ )と近似すると、上記の数13は下記の数14で表示されて位相進め角 $\psi$ が得られる。

【0092】

【数14】

$$\psi = \psi_0 + K(V_a - V_{a0}) \\ = K_1 \cdot \omega + K(V_a - K_2 \cdot \omega)$$



$$=KVa+K1 \cdot \omega-K2\omega$$

$$=K(Va-(K2-K1/K)\omega)$$

$$=K(Va-K3 \cdot \omega)$$

但し、 $K3$ は定数で $(K2-K1/K)$ である。

【0093】ここで、図11および図12に基づいて、DCブラシレスモータにより駆動される全自動洗濯機の洗い工程におけるシーケンス（動作フローチャート）と布量検知および布回り検知の負荷量検知シーケンス（動作フローチャート）を説明する。

【0094】まず、図11において、図示しないスタートスイッチがオンされると、ステップS1で給水前に後述の布量検知が実行され、その検知結果に基づいてステップS3で洗濯槽に対する水位が設定され、ステップS5で設定水位に達するまで洗濯槽に給水を行い、その後給水を停止する。

【0095】次に、ステップS7で攪拌体が駆動モータにより回転駆動されて洗濯水と洗濯物の攪拌が開始され、一定時間経過後にステップS9で布回り検知により負荷量の検知が行われ、ステップS11で検出された負荷量が予めマイコンのメモリに格納されている閾値（基準データ値）以下か否かを判定される。その結果、閾値以下でなければ“NO”となり、この場合は布回りが悪く水位が低いと判断され、ステップS13で洗濯槽に補助注水が行われてステップS9に戻り、再度負荷量を検知する。この処理は、ステップS11における負荷量が閾値以下と判断されるまで繰り返される。

【0096】一方、ステップS11における負荷量の判定結果が、“YES”で閾値以下の場合、ステップS15に進み、洗い工程を続行することになる。

【0097】次に図12において、ステップS21で所定の回転数指令値を設定し、ステップS23で駆動モータにより攪拌体を回転駆動して洗濯槽の洗濯物の攪拌を開始する。そして、ステップS25では前段のステップS23における攪拌動作が所定時間経過した後、ステップS27で電圧振幅指令 $Va$ を積算し、さらにステップS29で所定時間経過した後、ステップS23で積算された電圧振幅指令 $Va$ に基づいてステップS31で負荷量を計算する。また、ステップS25～ステップS29を複数回繰り返して実行してステップS31で平均的な負荷量を計算しても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明で使用するDCブラシレスモータの概略構造を示す図解図である。

【図2】図1に示されるモータの制御装置の全体構成を示す回路ブロック図である。

【図3】図2におけるインバータ制御回路の一実施例を示す回路ブロック図である。

【図4】ブラシレスモータに印加される電圧 $V$ 及び巻線に流れる電流 $I$ の位相を表すベクトル図である。

【図5】電圧振幅指令と補正係数の関係を示すグラフである。

【図6】図5の関係を示す補正係数テーブルである。

【図7】モータの回転数 $\omega$ と位相進め角 $\psi$ の関係を示すグラフである。

【図8】図7の関係を示す基準位相進め角テーブルである。

【図9】図3に相当する他の実施例のPWM制御回路を示すブロック図である。

【図10】図9に相当する別の実施例のPWM制御回路を示すブロック図である。

【図11】全自動洗濯機における洗い工程の動作を説明するフローチャートである。

【図12】図11における布量検知および布回り検知による負荷量検知を行う動作フローチャートである。

【図13】駆動モータに印加される駆動電圧 $Va$ とトルク（負荷量）の関係を説明図である。

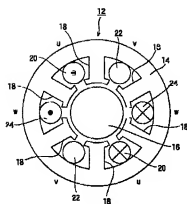
【図14】駆動モータに印加する駆動電圧として負荷の大小による所定期間の印加電圧を積算して平均電圧値を利用する場合の説明図である。

【図15】駆動モータに印加される駆動電圧の最適位相とトルク（負荷量）の関係を説明図である。

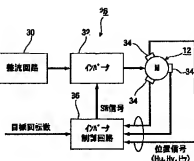
#### 【符号の説明】

- 10 負荷量検出装置
- 12 DCブラシレスモータ（駆動モータ）
- 20、22、24 3相巻線
- 26 制御装置
- 32 インバータ
- 34 位置センサ（ホールIC）
- 36、38 インバータ制御回路（PWM制御回路）

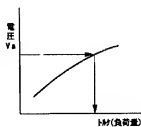
【图1】



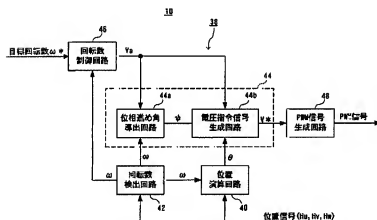
【图2】



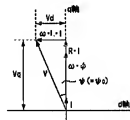
【图13】



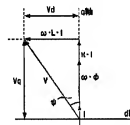
【图3】



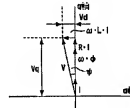
(a)



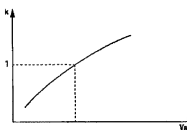
(b)



(c)



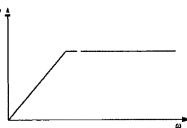
【图5】



【图6】

|          |          |
|----------|----------|
| $V_{a1}$ | $I_{a1}$ |
| $V_{a2}$ | $I_{a2}$ |
| $V_{a3}$ | $I_{a3}$ |
| $V_{a4}$ | $I_{a4}$ |
| $V_{a5}$ | $I_{a5}$ |
| $V_{a6}$ | $I_{a6}$ |

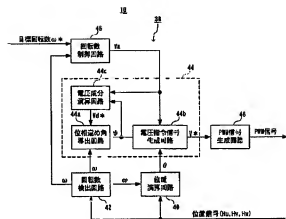
【图7】



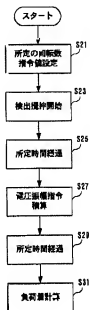
【図8】

|            |             |
|------------|-------------|
| $\omega$   | $\varphi_0$ |
| $\omega_1$ | $\varphi_1$ |
| $\omega_2$ | $\varphi_2$ |
| $\vdots$   | $\vdots$    |
| $\vdots$   | $\vdots$    |
| $\omega_n$ | $\varphi_n$ |

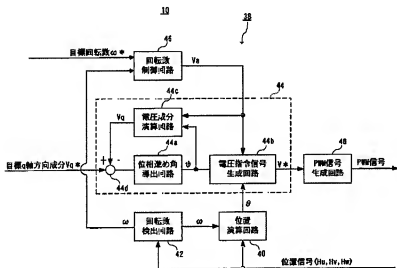
【図9】



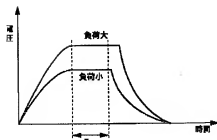
【図12】



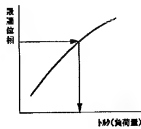
【図10】



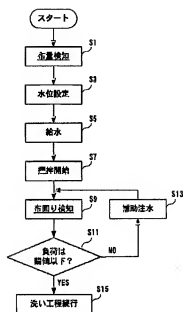
【図14】



【図15】



【図11】




---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3B155 AA01 BB19 KA02 KA33 KB08  
 KB11 LA11 LB18 LC15 MA02  
 MA05 MA06 MA08  
 5H560 AA10 BB04 BB12 DA03 DB20  
 DC07 EB01 EC01 GG04 SS07  
 TT11 TT15 XA04 XA12 XA13  
 XA15  
 5H576 AA12 CC05 DD02 DD06 EE01  
 EE11 EE18 FF03 GG02 HA01  
 HB02 JJ03 JJ17 KK06 LL05  
 LL41